



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 51 025 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**G 01 F 23/28**

②① Aktenzeichen: 100 51 025.6  
②② Anmeldetag: 14. 10. 2000  
②③ Offenlegungstag: 18. 4. 2002

DE 100 51 025 A 1

⑦① Anmelder:  
Endress + Hauser GmbH + Co., 79689 Maulburg, DE  
  
⑦② Vertreter:  
Andres, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 79589 Binzen

⑦② Erfinder:  
Müller, Roland, 79585 Steinen, DE; Lubcke,  
Wolfgang, 79585 Steinen, DE; Maier, Winfried,  
79689 Maulburg, DE; Melzahn, Thomas, 79689  
Maulburg, DE

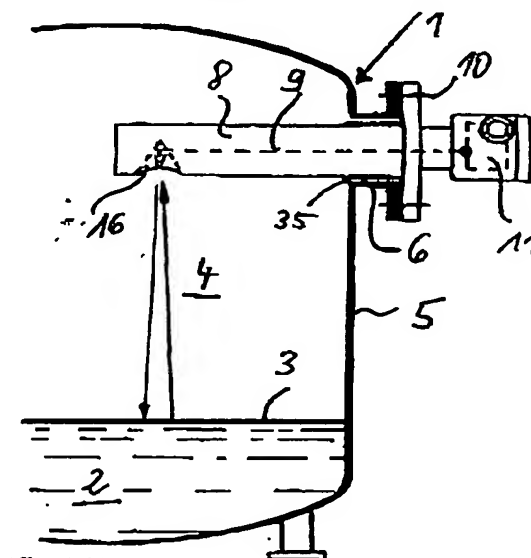
⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	28 27 032 A1
DE	24 52 555 A1
US	56 11 239 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑥④ Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter

⑦① Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstands eines Füllguts (2) in einem Behälter mit einer Signalerzeugungseinheit, die Meßsignale erzeugt, mit zumindest einer Antenne (7), die die Meßsignale in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) aussendet und die die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Meßsignale empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die anhand der Laufzeit der Meßsignale den Füllstand des Füllguts (2) in dem Behälter (4) bestimmt. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung (1) vorzuschlagen, die eine kostengünstige und einfache Montage eines Füllstandsmeßgeräts, das nach dem Laufzeitprinzip arbeitet, an einem Behälter (4) ermöglicht. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im oberen Bereich einer Seitenwand (5) des Behälters (4) eine Öffnung (6) vorgesehen ist und daß die zumindest eine Antenne (7) in dieser Öffnung (6) positioniert ist, wobei die Antenne (7) so angeordnet bzw. ausgestaltet ist, daß die Meßsignale im wesentlichen in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) abgestrahlt werden bzw. daß die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Meßsignale von der zumindest einen Antenne (7) empfangen werden.



DE 100 51 025 A 1

## DE 100 51 025 A 1

1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter mit einer Signalerzeugungseinheit, die Meßsignale erzeugt, mit zumindest einer Antenne, die die Meßsignale in Richtung der Oberfläche des Füllguts aussendet und die die an der Oberfläche des Füllguts reflektierten Meßsignale empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die anhand der Laufzeit der Meßsignale den Füllstand des Füllguts in dem Behälter bestimmt. Bei den Meßsignalen handelt es sich bevorzugt um Ultraschallsignale oder um Mikrowellensignale.

[0002] Laufzeitverfahren nutzen die physikalische Gesetzmäßigkeit aus, wonach die Laufstrecke gleich dem Produkt aus Laufzeit und Ausbreitungsgeschwindigkeit ist. Im Falle der Füllstandsmessung entspricht die Laufstrecke dem doppelten Abstand zwischen Antenne und Oberfläche des Füllguts. Das Nutzechosignal, also das an der Oberfläche des Füllguts reflektierte Signal, und dessen Laufzeit werden anhand der sog. Echofunktion bzw. der digitalisierten Hüllkurve bestimmt, wobei die Hüllkurve die Amplituden der Echosignale als Funktion des Abstandes "Antenne - Oberfläche des Füllguts" wiedergibt. Der Füllstand selbst ergibt sich dann aus der Differenz zwischen dem bekannten Abstand der Antenne zum Boden des Behälters und dem durch die Messung bestimmten Abstand der Oberfläche des Füllguts zur Antenne.

[0003] Es können alle bekannten Verfahren angewendet werden, die es ermöglichen, verhältnismäßig kurze Entfernungen mittels reflektierter Meßsignale zu bestimmen. Handelt es sich bei den Meßsignalen um Mikrowellen, so kann sowohl das Pulsradar als auch das Frequenzmodulations-Dauerstrichradar (FMCW-Radar) zum Einsatz kommen. Mikrowellenmeßgeräte, die Pulsradar verwenden, werden von der Anmelderin beispielsweise unter der Bezeichnung "MICROPILOT" vertrieben. Ein Gerätetyp, der mit Ultraschallsignalen arbeitet, wird von der Anmelderin beispielsweise unter der Bezeichnung "FROSONIC" angeboten.

[0004] Sowohl bei den bekannten Ultraschallmeßgeräten als auch bei Mikrowellenmeßgeräten sind die Antennen, über die die Meßsignale in Richtung der Oberfläche des Füllguts ausgesendet bzw. über die die an der Oberfläche des Füllguts reflektierten Meßsignale empfangen werden, im Deckelbereich des Behälters zu finden. Diese Anordnung ist erforderlich, damit die Meßsignale im wesentlichen senkrecht auf der Oberfläche des Füllguts aufreffen. Bevorzugt wird eine Antenne in einem Stutzen positioniert, der bereits im Deckel des Behälters vorhanden ist. In Fällen, in denen keine Öffnung vorhanden ist, muß sie eigens für die Anbringung der Antenne geschaffen werden. Die Befestigung des Meßgerätes in der Stutzenöffnung des Deckels erfolgt im einfachsten Fall über einen Flansch.

[0005] Die Montage und Wartung eines Meßgerätes im Deckelbereich eines Behälters erweist sich insbesondere dann als umständlich und schwierig, wenn dort keine Öffnung vorgesehen ist und vorab eine Öffnung geschaffen werden muß. Besonders problematisch gestalten sich Montage und Wartung des Meßgerätes bei Behältern mit großen geometrischen Abmessungen - also dem in der industriellen Prozeß- und Meßtechnik üblichen Fall.

[0006] In vielen Fällen befinden sich jedoch auch Öffnungen in der Seitenwand des Behälters, in dem das Füllgut gelagert ist. Diese Öffnungen können beispielsweise zur Aufnahme eines sog. Bypasses, also eines Rohrstückes, das parallel zur Außenwand des Behälters angeordnet ist, dienen. Sie können aber auch zur Anbringung eines Differenzdrucksensors vorgesehen sein. In Bezug auf beide Varianten muß

2

sowohl im unteren und als auch im oberen Bereich der Seitenwand des Behälters je eine Öffnung vorhanden sein. Weiterhin kann es sich bei der bereits vorhandenen Öffnung in der Seitenwand um eine Aufnahme-Öffnung für einen Druck- oder Temperatursensor oder für einen Grenzschafter zur Bestimmung und/oder Überwachung der maximalen Füllhöhe eines Füllguts in dem Behälter handeln. Wozu auch immer diese Öffnung ursprünglich gedacht war, befindet sie sich im oberen Bereich der Seitenwand des Behälters, so ist sie im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendbar.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung vorzuschlagen, die eine kostengünstige und einfache Montage eines Füllstandsmeßgerätes, das nach dem Laufzeitprinzip arbeitet, an einem Behälter ermöglicht.

[0008] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im oberen Bereich einer Seitenwand des Behälters eine Öffnung vorgesehen ist und daß die zumindest eine Antenne in dieser Öffnung positioniert ist, wobei die Antenne so angeordnet bzw. ausgestaltet ist, daß die Meßsignale im wesentlichen in Richtung des Füllguts abstrahlt werden bzw. daß die an der Oberfläche des Füllguts reflektierten Meßsignale von der Antenne empfangen werden. Selbstverständlich können Sende- und Empfangseinheit auch als separate Linien ausgeführt sein, wobei es durchaus möglich ist, beide Antennen in einer als integrale Einheit ausgebildeten Vorrichtung anzuordnen.

[0009] Wie bereits zuvor erwähnt, werden für die Montage des Füllstandsmeßgerätes einerseits bevorzugt Öffnungen im oberen Bereich der Seitenwand des Behälters verwendet, wobei die Öffnungen andererseits dort bereits vorhanden sind. Durch beide Maßnahmen lassen sich Montage und Wartung des Füllstandsmeßgerätes natürlich erheblich vereinfachen. In vielen Fällen möchte der Kunde auch die vorhandene Differenzdruckmeßtechnik durch eine Meßtechnik, die mit elektromagnetischen Meßsignalen arbeitet, ersetzen. Das Ersetzen eines Differenzdrucksensors durch ein Meßgerät, das mit frei abgestrahlten Meßsignalen arbeitet, bietet gleich mehrere Vorteile:

- Verringerung des Installationsaufwandes: Bei der Differenzdruckmessung müssen grundsätzlich zwei Größen erfaßt werden, nämlich der statische Druck einer Flüssigkeit und z. B. der Druck eines Gaspolsters. Zur Erfassung der beiden Größen müssen in der Außenwand des Behälters zumindest zwei Öffnungen vorgesehen sein. Darüber hinaus ist eine die beiden Meßstellen verbindende Rohrleitung erforderlich. Bei derartigen Rohrleitungen besteht eine Verstopfungsgefahr, insbesondere wenn der Druck in dickflüssigen Füllgütern gemessen wird.

- Gefahr durch Auslaufen von Füllgut: Öffnungen im unteren Bereich des Behälters stellen natürlich immer ein Risiko dar, insbesondere wenn in dem Behälter giftige Füllgüter gelagert sind.

- Arbeitsaufwand bei der Wartung und beim Austausch eines Differenzdrucksensors: Um ein Gerät, das im unteren Bereich des Behälters angeordnet ist, auszutauschen, ist es prinzipiell erforderlich, den Behälter vorab zu entleeren.

[0010] Wie bereits gesagt, ist es im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf sehr einfache Art und Weise möglich, einen in der Seitenwand des Behälters montierten Differenzdrucksensor durch einen Mikrowellen- oder Ultraschallsensor zu ersetzen.

[0011] Gemäß einer günstigen Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei der Antenne

## DE 100 51 025 A 1

3

im wesentlichen um ein längliches Element, dessen Außenabmessungen in Längsrichtung größer und in Querrichtung kleiner sind als die Innenabmessungen der Öffnung. Aufgrund dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Antenne von außen durch die Seitenwand in den Innenraum des Behälters einzubringen und so zu justieren, daß die Meßsignale im wesentlichen in Richtung der Oberfläche des Füllguts abgestrahlt werden. Die Justierung der Antenne erfolgt im einfachsten Fall durch ein entsprechendes Verdrehen des länglichen Elements um die Längsachse. Bei der Antenne kann es sich beispielsweise um einen Lockwellenleiter, einen Stegwellenleiter oder um eine Yagi-Antenne handeln. Weiterhin ist es möglich, die Antenne als Hornstrahler mit symmetrischem oder asymmetrischem Horn auszugestalten, wobei das Horn bevorzugt in das längliche Element integriert ist.

[0012] Alternativ kann als Antenne auch eine separate Stabantenne oder eine separate Hornantenne vorgesehen sein. Die Stabantenne oder die Hornantenne ist dann bevorzugt klappbar im Bereich der Stirnseite des länglichen Elements angeordnet. Um die Antenne durch die Öffnung in der Behälterwand in den Innenraum des Behälters einbringen zu können, ist die Stab- bzw. Hornantenne in Richtung der Längsachse des länglichen Elements orientiert, wobei die Antenne in dieser Position so dimensioniert ist, daß sie von außen durch die Öffnung geschoben werden kann. Ist das längliche Element und insbesondere die Antenne im Innenraum des Behälters angeordnet, wird die Stab- bzw. die Hornantenne um 90° geschwenkt, so daß sie die Meßsignale nunmehr in Richtung der Oberfläche des Füllguts aussenden bzw. die an der Oberfläche reflektierten Meßsignale empfangen kann.

[0013] Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht einen zusätzlichen Sensor vor, der zumindest eine Prozessvariable in dem Behälter bestimmt. Dieser zusätzliche Sensor ist mit der Antenne, die den Füllstand über die Laufzeit von Meßsignalen bestimmt, verbunden. Bevorzugt ist der zusätzliche Sensor in Richtung der Längsachse der Antenne befestigt. Bei dem zusätzlichen Sensor kann es sich beispielsweise um einen Vibrationsdetektor, also einen Grenzscharter zur Bestimmung und/oder Überwachung des Füllstandes in dem Behälter, einen Drucksensor oder einen Temperatursensor handeln. Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, daß in oder an dem länglichen Element zwei Antennen angeordnet sind, die Meßsignale unterschiedlicher Frequenz in Richtung der Oberfläche des Füllguts aussenden bzw. die die an der Oberfläche des Füllguts reflektierten Meßsignale empfangen. Darüber hinaus ist – wie bereits an vorhergehender Stelle beschrieben – vorgesehen, daß in und/oder an dem länglichen Element zwei Antennen angeordnet sind, wobei die eine als Sendeeinheit und die andere als Empfangseinheit für Meßsignale einer vorgegebenen Frequenz eingesetzt ist. In letzterem Fall handelt es sich also um einen Füllstandssensor mit getrennter Sende- und Empfangseinheit.

[0014] Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß es sich zumindest bei dem zusätzlichen Sensor um einen Sensor handelt, der einem vorgegebenen Sicherheitsstandard entspricht. Folgende Sicherheitsstandards können z. B. von dem Sensor erfüllt sein: Wasserhaushaltsgesetz, Verordnung hinsichtlich brennbarer Flüssigkeiten, Safety Integrity Level (SIL). Der Vorteil für den Nutzer einer derartigen Vorrichtung ist darin zu sehen, daß bei Verwendung eines Sensors, der zumindest einem Sicherheitsstandard entspricht, geringere Versicherungsprämien anfallen, was die Betriebskosten erheblich herabsetzen kann.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemä-

4

maßen Vorrichtung sieht vor, daß in dem Antennenbereich, der in der Öffnung der Seitenwand des Behälters angeordnet ist oder daß in einem Antennenbereich, der in unmittelbarer Nähe zur Öffnung in der Seitenwand des Behälters angeordnet ist, eine metallische Abschirmung zu finden ist. Durch diese Ausgestaltung lassen sich Störsignale, die durch Reflexionen in der Öffnung der Behälterwand (das sog. Stutzenkliegeln), an der Behälterwand oder an benachbarten Einbauten im Innern des Behälters verursacht werden, effektiv eliminieren. Bei der Abschirmung kann es sich beispielsweise um eine Metallhülse handeln.

[0016] Um die Antenne und/oder den Sensor der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegen den Einfluß eines aggressiven Füllguts zu schützen, schlägt eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, daß der zusätzliche Sensor und/oder daß die Antenne zumindest in dem Bereich, der in den Innenraum des Behälters hineinragt, mit einer Schutzschicht, insbesondere mit einer dielektrischen Schutzschicht versehen sind/ist. Diese Ausgestaltung ist insbesondere dann von großem Vorteil, wenn die Antenne und/oder der zusätzliche Sensor in direkten Kontakt mit dem Füllgut kommen/kommt. Schutzschichten, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, sind beispielsweise aus der EP 0 669 673 B1 bekannt geworden.

[0017] Um die Wartung und Montage zu erleichtern, ist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Außengehäuse vorgesehen, das in der Öffnung im oberen Bereich der Seitenwand des Behälters befestigt ist, und daß die Antenne oder die Antenne mit dem zusätzlichen Sensor in dem Außengehäuse positioniert ist. Das Außengehäuse ist mit dem Behälter z. B. über einen Flansch fest verbunden. Bevorzugt besteht das Außengehäuse aus einem dielektrischen Material. Allerdings ist es auch möglich, das Außengehäuse aus einem leitfähigen Material zu fertigen, das auf der dem Füllgut zugewandten Seite eine Aussparung aufweist. In dieser als Aus- und Eintrittsöffnung für die Meßsignale fungierende Aussparung ist ein Einsatz aus einem dielektrischen Material vorgesehen.

[0018] Um eine optimale Abstrahlung bzw. um einen optimalen Empfang der Meßsignale zu gewährleisten, ist die Antenne drehbar bzw. schwenkbar um ihre Längsachse in dem Außengehäuse angeordnet ist. Eine Justierung bezüglich der zuvor beschriebenen Aussparung ist daher problemlos möglich. Eine Justierung ist insbesondere dann erforderlich, wenn das Lochbild des Kundenflansches unbekannt ist. Eine Abstrahlung in Richtung auf das Füllgut ist aber nur dann gewährleistet, wenn die Abstrahlrichtung relativ zum Lochbild des Flansches variabel und justierbar ist.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die Meßsignale über ein leitendes Element von der Signalerzeugungseinheit zu der Antenne geführt. Bei dem leitenden Element handelt es sich z. B. um ein Koaxkabel, um einen Wellenleiter oder um einen Hohlleiter. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Meßsignale über eine Platine mit Mikrostripleitung direkt in die Antenne einzuspeisen.

[0020] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der die Meßsignale über ein Koaxkabel eingespeist werden,

[0022] Fig. 2 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der die Meßsignale über einen Hohlleiter eingespeist werden,

[0023] Fig. 3 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit asymmetrischer Hornantenne,

[0024] Fig. 3a einen Querschnitt gemäß der Kennzeich-

## DE 100 51 025 A 1

5

6

nung A in Fig. 3,

[0025] Fig. 4 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der die Meßsignale über ein dielektrisches Fenster ausgesendet bzw. empfangen werden,

[0026] Fig. 5 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit schwenkbarer Stabantenne,

[0027] Fig. 6 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit flexibel angeordneter Hornantenne,

[0028] Fig. 7 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der als Antenne eine Yagi-Antenne verwendet wird,

[0029] Fig. 8 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der als Antenne eine Schlitzhohlleiter-Antenne verwendet wird,

[0030] Fig. 9 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit getrennter Sende- und Empfangsantenne,

[0031] Fig. 10 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dielektrischem Schutzrohr,

[0032] Fig. 11 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit metallischem Schutzrohr und dielektrischem Fenster,

[0033] Fig. 12 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zusätzlichem konduktivem Sensor,

[0034] Fig. 13 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zusätzlichem kapazitivem Sensor,

[0035] Fig. 14 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zusätzlichem Vibrationsdetektor,

[0036] Fig. 15 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zusätzlichem Ultraschallsensor und

[0037] Fig. 16 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei Laufzeitsensoren, die mit Meßsignalen mit unterschiedlichen Frequenzen arbeiten.

[0038] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Antenne 7 ist in dem länglichen Element 8 integriert. Die Außenabmessungen des länglichen Elements 8 sind in Längsrichtung größer und in Querrichtung kleiner sind als die Innenabmessungen der Öffnung 6, die im oberen Bereich der Seitenwand 5 des Behälters 4 zu finden ist. Aufgrund der Dimensionierung des länglichen Elements 8 ist es möglich, die Antenne 7 durch die Öffnung 6 in den Innenraum des Behälters 4 zu führen und so zu platzieren, daß die Meßsignale im wesentlichen senkrecht auf die Oberfläche 3 des Füllguts 2 aufreffen und entsprechend in die Antenne 7 zurückreflektiert werden. Bei der Antenne 7, die Meßsignale in Richtung der Oberfläche 3 des Füllguts 2 aussendet und die die an der Oberfläche 3 des Füllguts 2 reflektierten Meßsignale empfängt, handelt es sich um eine symmetrische Hornantenne 16 mit kreisförmigem Querschnitt. Eine asymmetrische Hornantenne kommt übrigens bei der in den Figuren Fig. 3 und Fig. 3a gezeigten Ausführungsform zur Anwendung. In Fig. 1 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 als Kompaktgerät ausgebildet, wobei sich der Elektronikteil 11, sprich die Signalerzeugungseinheit und die Regel-/Auswerteeinheit, außerhalb des Behälters 4 befindet. Die Ausgestaltung als Kompaktgerät ist natürlich nicht zwingend.

[0039] Um unerwünschte Reflexionen der Meßsignale im Bereich der Öffnung 6 zu vermeiden, ist in dem entsprechenden Bereich des länglichen Elements 8 eine metallische Schutzschicht 35 vorgesehen. Vergleichbare Ausgestaltungen sind bereits im Zusammenhang mit einer Stabantenne aus der EP 0 834 722 A2 bekannt geworden. Das Schlagwort für Ausführungsformen dieser Art lautet: "Inaktive Länge".

[0040] Während bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 die Meßsignale innerhalb des länglichen Elements 8 über ein Koaxkabel 9

geführt werden, erfolgt die Führung der Meßsignale im Falle der in Fig. 2 gezeigten Ausgestaltung über einen Hohlleiter 12. Ebenso kann auch ein Wellenleiter zur Anwendung kommen. Weiterhin können die Meßsignale auch direkt über eine auf einer Platine angeordnete Mikrostripleitung in die Hornantenne 16 eingespeist werden.

[0041] Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist das längliche Element 8 übrigens noch mit einer dielektrischen Schutzschicht 36 überzogen.

[0042] Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist das längliche Element 8 aus einem leitfähigen Material, insbesondere einem Metall, gefertigt. Das Meßgerät zeichnet sich daher durch eine hohe Resistenz auch gegenüber aggressiven Füllgütern und Dämpfen aus. Ist das längliche Element 8 aus einem leitfähigen Material gefertigt, werden die Meßsignale über ein in der metallischen Ummantelung vorgesehene dielektrisches Fenster 13 abgestrahlt bzw. empfangen.

[0043] In Fig. 5 ist die Antenne nicht – wie in den Figuren Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellt – in das längliche Element 8 integriert. Vielmehr werden hier die Meßsignale über eine Stabantenne 14 abgestrahlt bzw. empfangen, die in einer ersten Position, der Montageposition, in Längsrichtung des länglichen Elements 8 ausgerichtet ist und die in einer zweiten Position, der Meßposition, um 90° über den Schwenkmechanismus 15 gedreht ist, so daß die Meßsignale nunmehr in die gewünschte Richtung auf die Oberfläche 3 des Füllguts 2 abgestrahlt werden bzw. daß die an der Oberfläche 3 des Füllguts 2 reflektierten Meßsignale von der Stabantenne 14 empfangen werden.

[0044] Eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 6 gezeigt: Hier ist eine Hornantenne 16 im Endbereich eines flexiblen Hohlleiters 17 angeordnet. In der Montageposition bildet die Längsachse der Hornantenne 16 quasi die Fortsetzung der Längsachse des länglichen Elements 8 bzw. des flexiblen Wellenleiters 17. In der Meßposition erfährt dann – wie im zuvor beschriebenen Fall – die Hornantenne 16 einen Schwenk um 90°, so daß die Apertur der Hornantenne 16 nunmehr in Richtung der Oberfläche 3 des Füllguts 2 ausgerichtet ist.

[0045] Eine weitere Möglichkeit der Ausgestaltung der Antenne 7 ist in Fig. 7 zu sehen. Hier kommt eine sog. Yagi-Antenne 18 zum Einsatz in Fig. 8 wird eine Schlitzhohlleiterantenne 19 verwendet. Fig. 9 zeigt eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 mit getrennter Sendeantenne 20 und Empfangsantenne 21. Diese und weitere Antennendesigns, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, sind in dem Artikel "Advanced antenna design for communication moduls", Second public Seminar, Ulm, December 9, 1998 von L. Baggen, W. Simon, J. Borkes beschrieben.

[0046] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist in Fig. 10 dargestellt. Hier ist das längliche Element 8 mit integrierter Antenne 7 in einem Schutzrohr 22 aus einem dielektrischen Material angeordnet. Das Schutzrohr 22 ist über einen Flansch 25 fest in der Öffnung 6 montiert. Zwecks Montage des länglichen Elements 8 mit integrierter Antenne 7 wird dieses in dem Schutzrohr 22 positioniert und über den Flansch 10 an dem Stutzen festgemacht. Bei dieser Ausgestaltung kann also selbst dann ein Ein- und Ausbau z. B. zwecks Wartung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 vorgenommen werden, wenn das Füllgut 2 in dem Behälter 4 bis über die Öffnung 6 reicht.

[0047] Befindet sich in dem Behälter 4 ein aggressives Füllgut 2, so ist es vorteilhaft, das dielektrische Schutzrohr 22 durch ein metallisches Schutzrohr 23 bzw. durch eine metallische Hülse zu ersetzen. Diese Ausgestaltung ist in

## DE 100 51 025 A 1

7

der Fig. 11 detailliert dargestellt. Damit die Meßsignale das metallische Schutzrohr 23 durchdringen können, ist in dem Schutzrohr 23 eine Aussparung 37 vorgesehen, in die ein dielektrisches Material 24 eingesetzt ist.

[0048] In den Figuren Fig. 12 bis Fig. 16 sind Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 dargestellt, bei denen an dem vorzugsweise länglichen Element 8 noch ein zusätzlicher Sensor zur Bestimmung und/oder Überwachung des Füllstandes vorgesehen ist. Im Falle der Grenzfüllstandsmessung bzw. -überwachung handelt es sich bei dem zusätzlichen Sensor beispielsweise um einen konduktiven Sensor 26 (Fig. 12), einen kapazitiven Sensor 28 (Fig. 13) oder einen Vibrationsdetektor (Fig. 13). Soll weiterhin z. B. zwecks Plausibilitäts-Checks ein weiterer Sensor zur kontinuierlichen Füllstandsmessung bzw. Füllstandsüberwachung herangezogen werden, so kann es sich hierbei entweder um einen Ultraschallsensor 32 (Fig. 15) oder um einen zweiten Mikrowellensensor 31 (Fig. 16) handeln, der mit Meßsignalen einer Meßfrequenz  $f_2$  arbeitet, die von der Meßfrequenz  $f_1$  des ersten Mikrowellensensor 30 verschieden ist. In Fig. 16 ist übrigens auch die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zu sehen, bei der der Sensor 1 über eine Busleitung 34 mit einer entfernten Kontrollstelle 33 kommuniziert. Wie bereits an vorhergehender Stelle erwähnt, kann bei der Kommunikation auf jeden bekannten Übertragungsstandard zurückgegriffen werden.

## Bezugszeichenliste

1	erfindungsgemäße Vorrichtung	30
2	Füllgut	
3	Oberfläche des Füllguts	
4	Behälter	
5	Seitenwand	
6	Öffnung / Stutzen	
7	Antenne	35
8	Längliches Element	
9	Koaxkabel	
10	Flansch	
11	Elektronikteil	40
12	Hohlleiter	
13	Dielektrisches Fenster	
14	Stabantenne	
15	Schwenkmechanismus	
16	Hornantenne	
17	Biegeamer Hohlleiter	45
18	Yagi-Antenne	
19	Schlitzhohlleiterantenne	
20	Sendantenne	
21	Empfangsantenne	50
22	Dielektrisches Schutzrohr	
23	Metallisches Schutzrohr	
24	Dielektrisches Material	
25	Flansch	
26	Konduktiver Sensor	55
27	Leitung	
28	Kapazitiver Sensor	
29	Vibrationsdetektor	
30	Erster Mikrowellensensor	
31	Zweiter Mikrowellensensor	60
32	Ultraschallsensor	
33	Kontrollstelle	
34	Busleitung	
35	Dielektrische Schutzschicht	65
36	Metallische Schutzschicht	
37	Aussparung	

8

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter mit einer Signalerzeugungseinheit, die Meßsignale erzeugt, mit zumindest einer Antenne, die die Meßsignale in Richtung der Oberfläche des Füllguts aussendet und die die an der Oberfläche des Füllguts reflektierten Meßsignale empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die anhand der Laufzeit der Meßsignale den Füllstand des Füllguts in dem Behälter bestimmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß im oberen Bereich einer Seitenwand (5) des Behälters (4) eine Öffnung (6) vorgesehen ist und daß die zumindest eine Antenne (7) in dieser Öffnung (6) positioniert ist, wobei die Antenne (7) so angeordnet bzw. ausgestaltet ist, daß die Meßsignale im wesentlichen in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) abstrahlt werden bzw. daß die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Meßsignale von der zumindest einen Antenne (7) empfangen werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Sensor (26; 28; 29; 31; 32) vorgesehen ist, der zumindest eine Prozeßvariable in dem Behälter (4) bestimmt, und daß der zusätzliche Sensor (26; 28; 29; 31; 32) mit der Antenne (7) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Antenne (7) im wesentlichen um ein längliches Element (8) handelt, dessen Außenabmessungen in Längsrichtung größer und in Querrichtung kleiner sind als die Innenabmessungen der Öffnung (6).
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Antenne (7) um einen Leckwellenleiter (19), um einen Stegwellenleiter, um eine Yagi-Antenne (18) oder um eine Hornantenne (16) mit asymmetrischer oder asymmetrischer Apertur handelt oder daß es sich bei der Antenne (7) um eine Stabantenne (14) oder eine Hornantenne (16) handelt, die bevorzugt klappbar im Bereich der Stirnseite des länglichen Elements (8) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Antennenbereich, der in der Öffnung (6) der Seitenwand (5) des Behälters (4) angeordnet ist oder daß in einem Antennenbereich, der in unmittelbarer Nähe zur Öffnung (6) in der Seitenwand (5) des Behälters (4) angeordnet ist, eine metallische Abschirmung (22) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Sensor (26; 28; 29; 31; 32) und/oder daß die Antenne (7) zumindest in dem Bereich, der in den Innenraum des Behälters (4) hineinragt, mit einer dielektrischen Schutzschicht (35) oder mit einer metallischen Schutzschicht (36) mit einem dielektrischen Fenster (13) im Bereich der Antenne (7) versehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Außengehäuse (22; 23) vorgesehen ist, das in der Öffnung (6) in der Seitenwand (5) des Behälters (4) befestigt ist, und daß die Antenne (7) oder die Antenne (7) mit dem zusätzlichen Sensor (26; 28; 29; 31; 32) in dem Außengehäuse (22; 23) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

## DE 100 51 025 A 1

9

10

- zeichnet, daß das Außengehäuse (22) aus einem dielektrischen Material gefertigt ist oder daß das Außengehäuse (23) aus einem leitfähigen Material gefertigt ist, das auf der dem Füllgut (2) zugewandten Seite eine Aussparung (37) aufweist. 5
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Aussparung (37) ein dielektrischer Einsatz (24) vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne (7) drehbar bzw. schwenkbar um ihre Längsachse in dem Außengehäuse (22; 23) angeordnet ist. 10
11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Antenne (7) ein leitendes Element vorgesehen ist, über das die Meßsignale geführt werden. 15
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem die Meßsignale leitenden Element um ein Koaxkabel (9), um einen Wellenleiter oder um einen Hohlleiter (12) handelt. 20
13. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Sendeeinheit (20) und bei der Empfangseinheit (21) um zwei separate Einheiten handelt.
14. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Sensor (26; 28; 29; 31; 32) in Richtung der Längsachse der Antenne (7) befestigt. 25
15. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem zusätzlichen Sensor (26; 28; 29; 31; 32) um einen Grenzscharter zur Überwachung des Füllstandes des Füllguts (2) in dem Behälter (4) handelt. 30
16. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem länglichen Element (8) zwei Antennen (30, 31) angeordnet sind, die Meßsignale unterschiedlicher Frequenz in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) aussenden bzw. die die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Meßsignale empfangen, oder daß in dem länglichen Element (8) zwei Antennen (20, 21) angeordnet sind, wobei die eine als Sendeeinheit (20) und die andere als Empfangseinheit (21) für Meßsignale einer vorgegebenen Frequenz eingesetzt ist. 40
17. Vorrichtung nach Anspruch 2, 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß es sich zumindest bei dem zusätzlichen Sensor (26; 28; 29; 31; 32) um einen Sensor handelt, der einem vorgegebenen Sicherheitsstandard entspricht. 45

---

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

Fig. 1

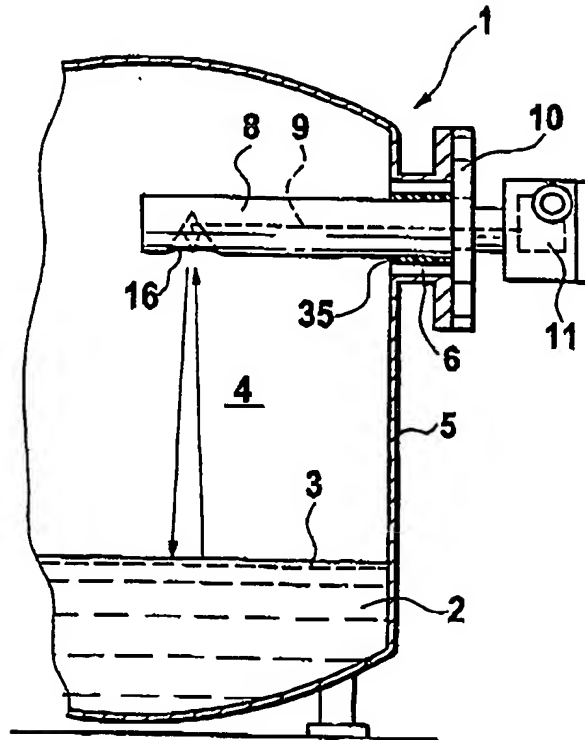
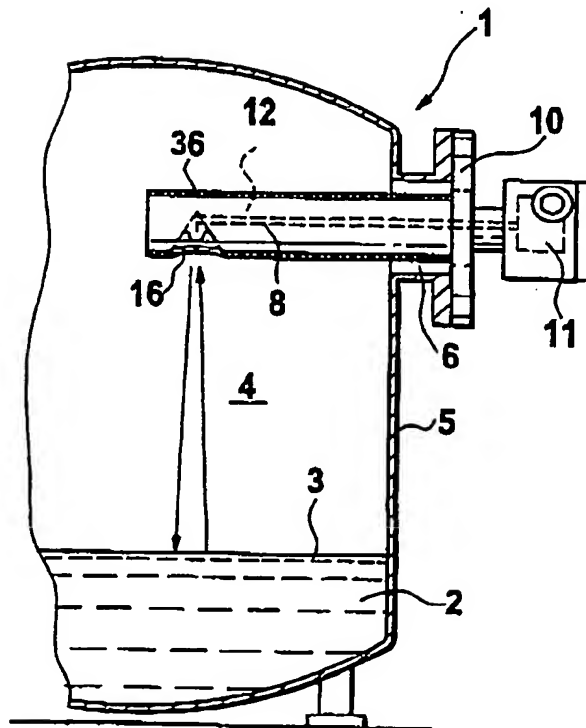


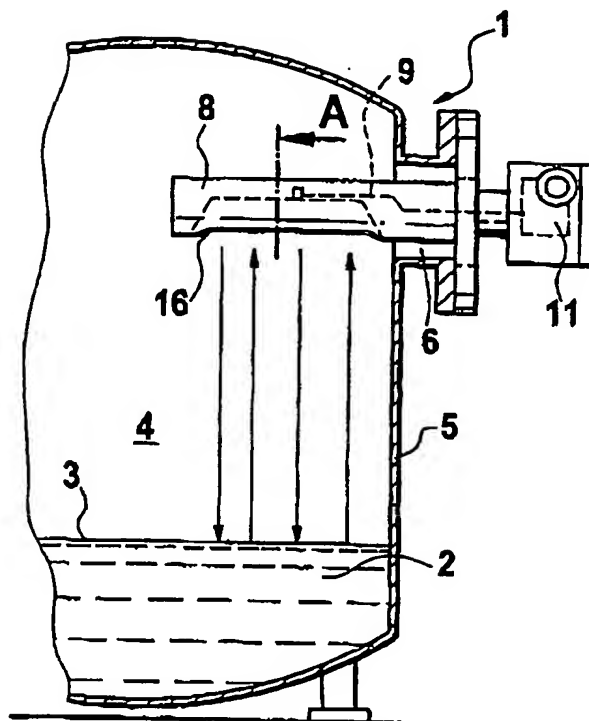
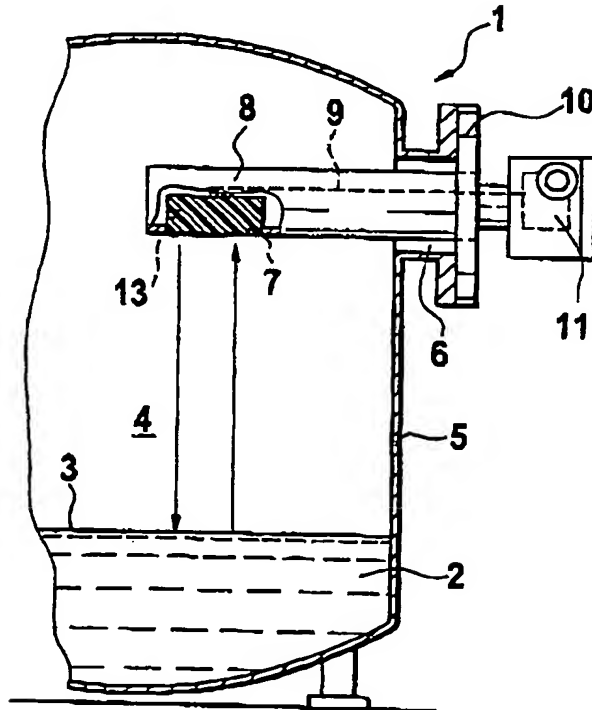
Fig. 2



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 100 51 026 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

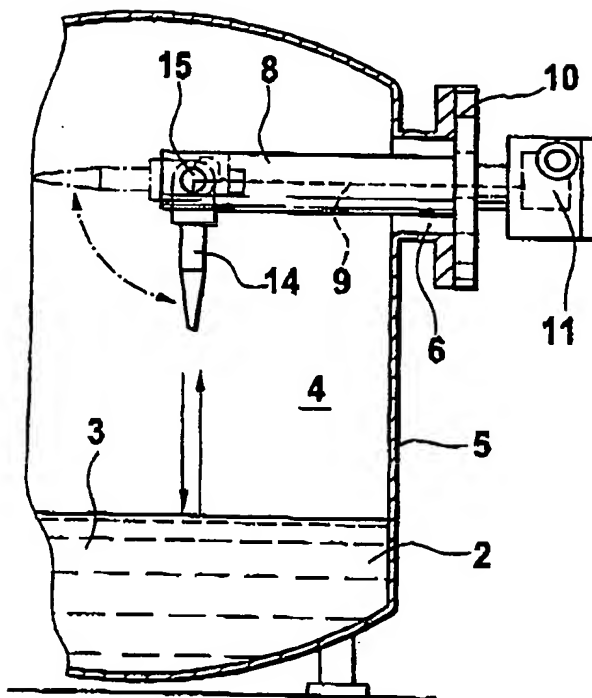
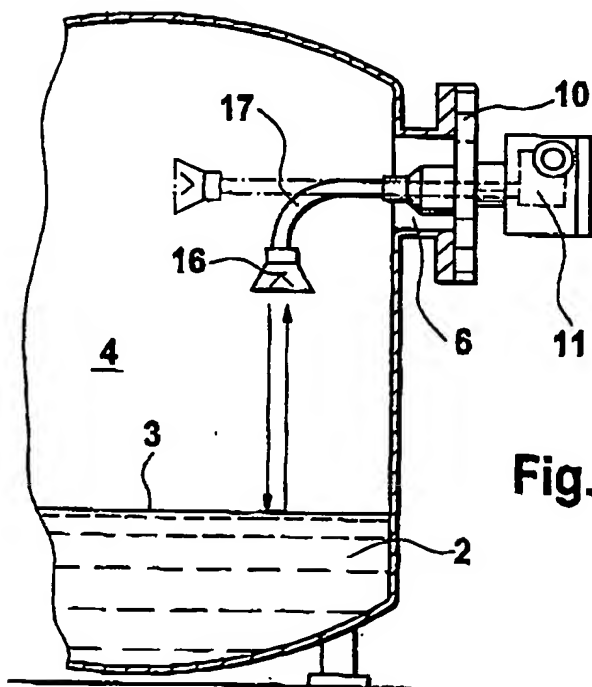
**Fig. 3a****Fig. 3****Fig. 4**



ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:  
Int. Cl.?:  
Offenlegungstag:

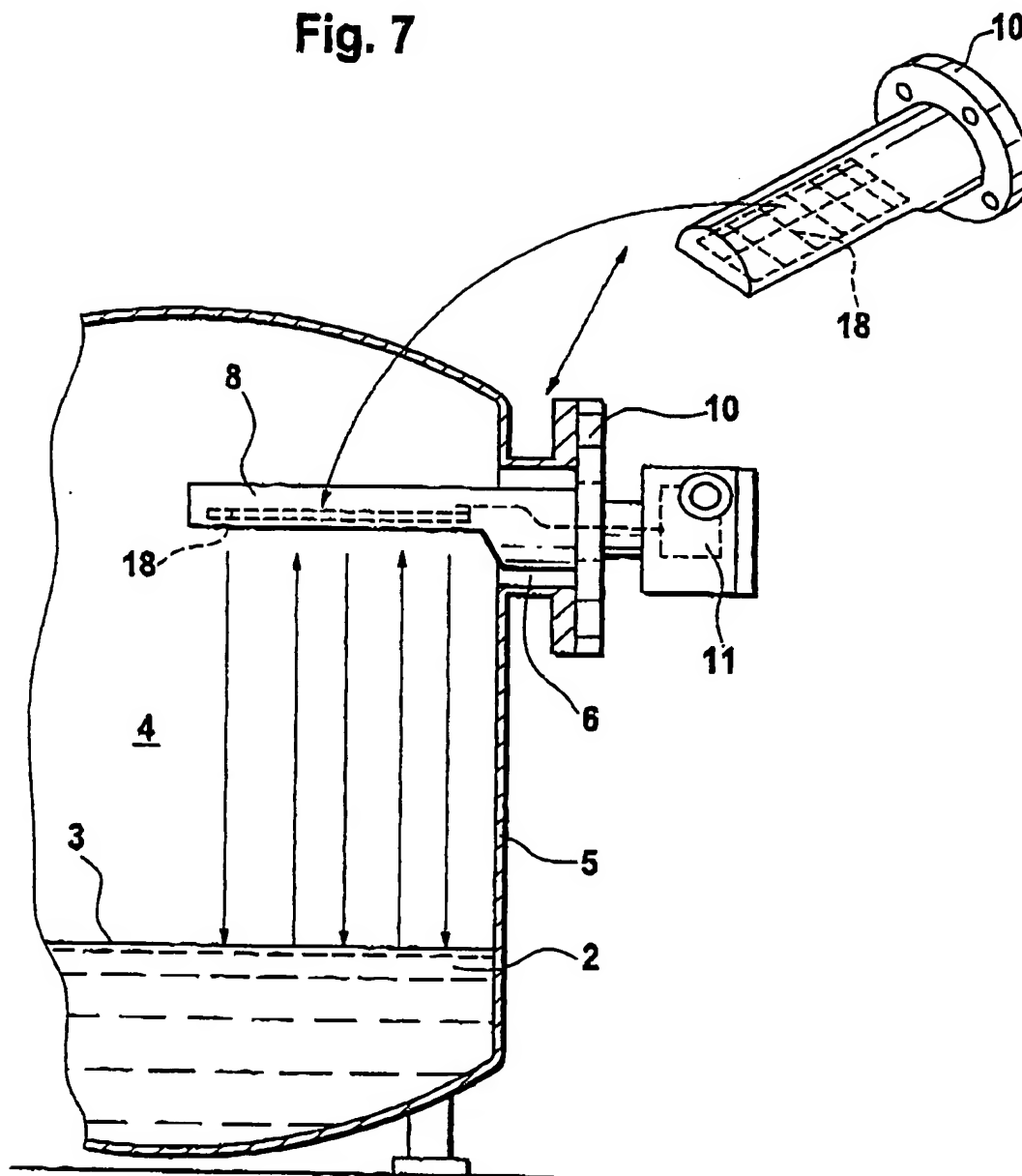
DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 5****Fig. 6**

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

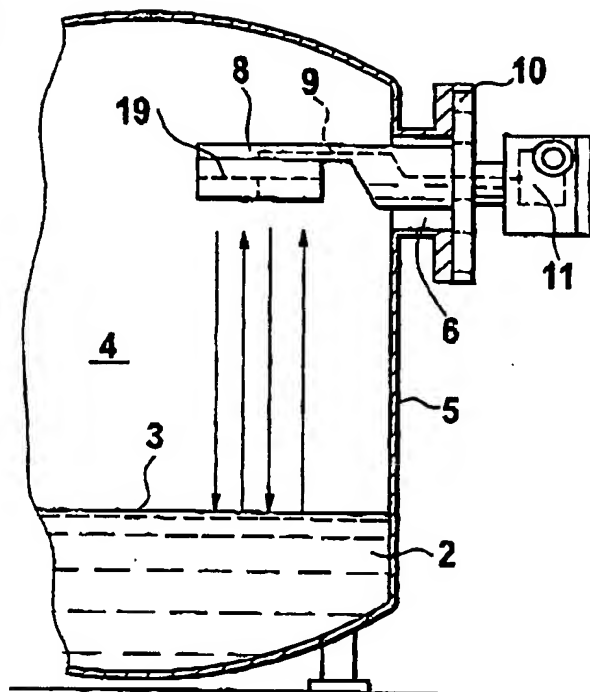
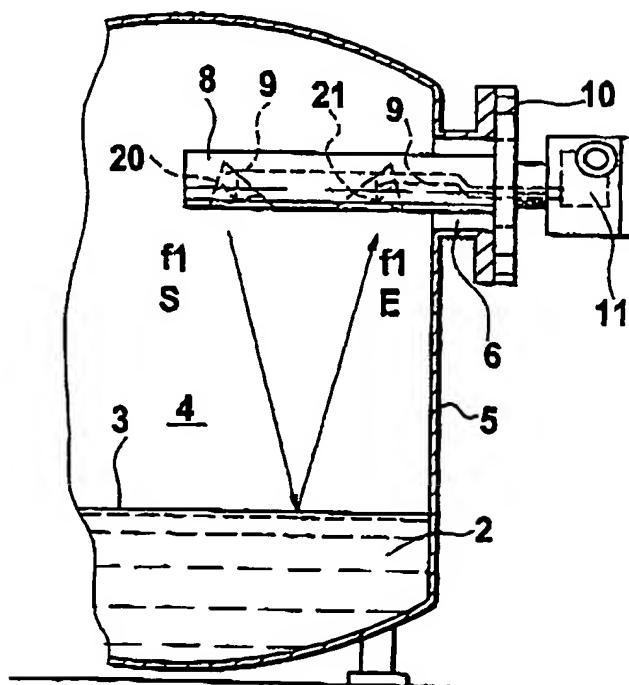
DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 7**

ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

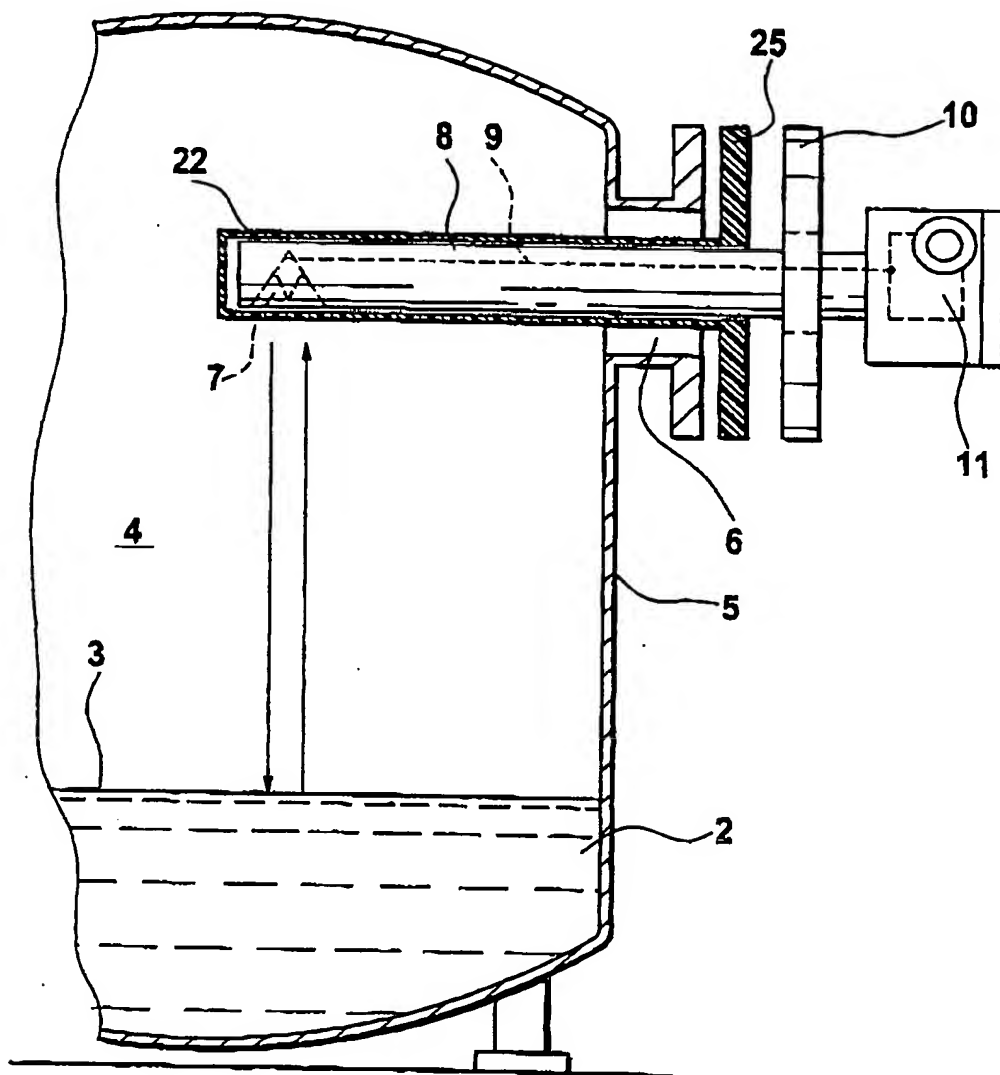
DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 8****Fig. 9**

ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

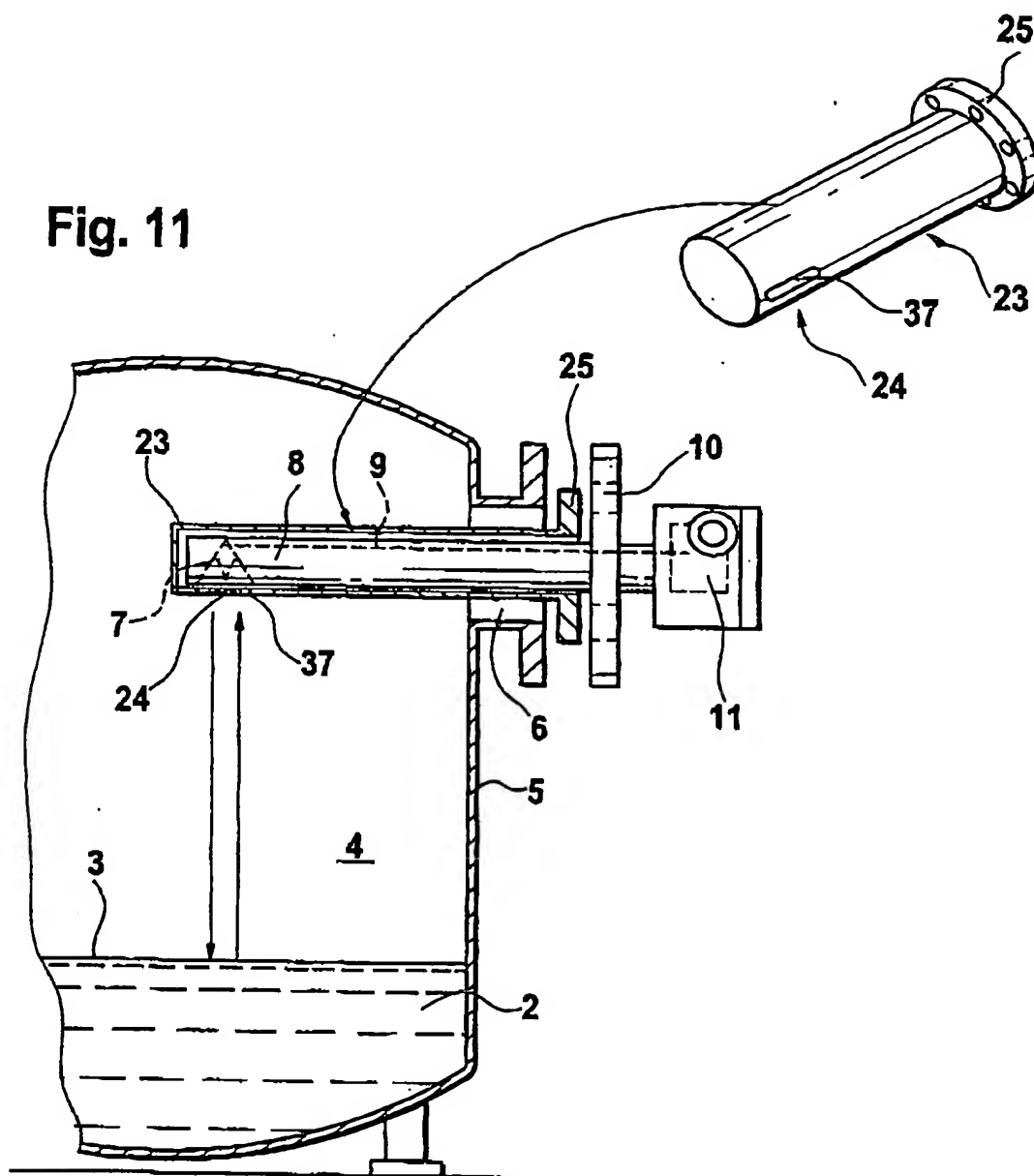
DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 10**

ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:  
Int. Cl.<sup>7</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

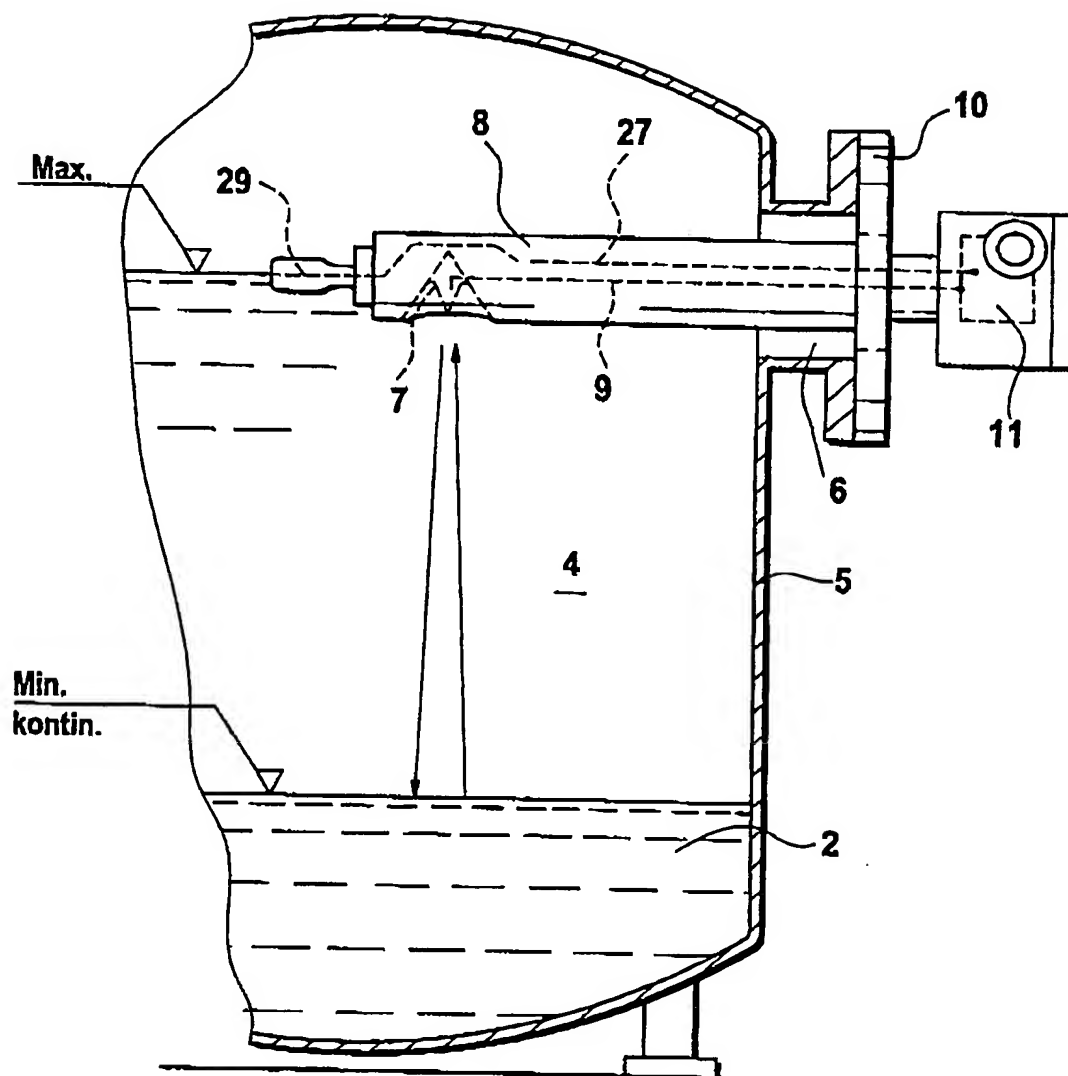
**Fig. 11**



ZEICHNUNGEN SEITE 9

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

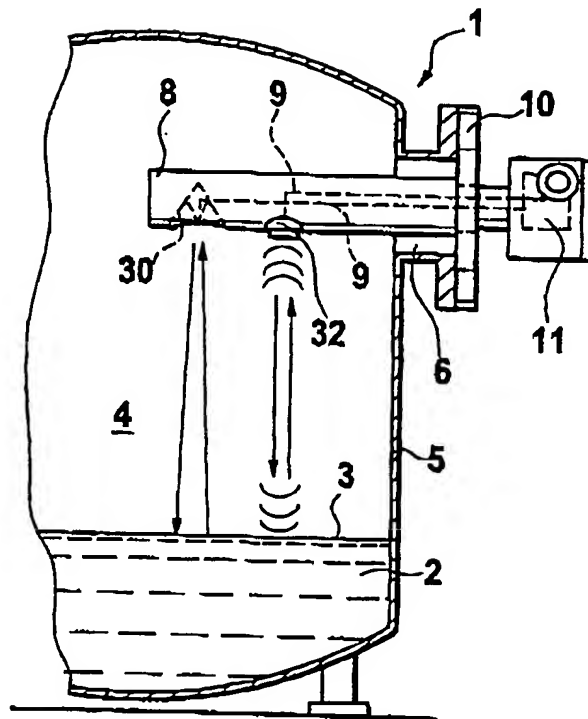
DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 14**

ZEICHNUNGEN SEITE 10

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 100 51 025 A1  
G 01 F 23/28  
18. April 2002

**Fig. 15****Fig. 16**